

32/446(144) 2e ex.

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

**Het effect van drie verschillende toedieningsmethoden op de depositie
en luchtconcentratie van methomyl in kassen**

**S.J.H. Crum
H. de Heer
M. van der Staay
J.A.F. de Vreede
D.H. Brouwer**

Rapport 144

DLO-STARING CENTRUM, Wageningen, 1991



22 OKT. 1991

18h 532 989 ✱

REFERAAT

Crum S.J.H., H. de Heer, M. van der Staay, J.A.F. de Vreede en D.H. Brouwer, 1991. *Het effect van drie verschillende toedieningsmethoden op de depositie en luchtconcentratie van methomyl in kassen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 144. 45 blz.; 6 tabellen; 4 figuren; 6 aanhangsels.

Een oriënterend onderzoek is uitgevoerd naar de depositie en de luchtconcentratie van methomyl in kassen na behandeling met drie verschillende toedieningsmethoden. De gebruikte toedieningsmethoden waren het conventioneel hoogvolume spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing. Uitgaande van de emissie via condenswater, zou de LVM-toepassing het meest belastend voor het milieu kunnen zijn. Het conventioneel spuiten geeft de effectiefste bestrijding, uitgaande van de depositie op het gewas.

Trefwoorden: methomyl, depositie, luchtconcentratie, LVM, pulsfog, conventioneel spuiten, Lannate-L

ISSN 0924-3070

© 1991 DLO-STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370 - 74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

Het DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm en op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het DLO-Staring Centrum.

Project 7137

[472MR/08.91]

INHOUD	blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 MATERIALEN EN METHODEN	13
2.1 Beschrijving van de proefomstandigheden	13
2.2 Gebruikte materialen	14
2.3 Plaatsing van de depositiefolies	15
2.4 Bepaling 'Leaf Area Index' en 'Glass Area Index'	15
2.5 Bepaling van de dosering	15
2.6 Luchtmeetmethoden en -strategie	16
2.7 Bemonstering en analyse van de depositiemonsters	17
3 RESULTATEN	19
3.1 De L.A.I. en de G.A.I.	19
3.2 De gebruikte doseringen	19
3.3 De recovery van methomyl	19
3.4 Concentratieingen in de lucht	20
3.5 Depositie op het gewas	24
3.6 Depositie op het kasdek	24
3.7 Depositie op de grond	25
3.8 De massabalans	25
3.9 De metingen in condenswater	26
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	27
5 AANBEVELINGEN	31
LITERATUUR	33
AANHANGSELS	
1 Bepaling van de "Leaf Area Index" en de "Glass Area Index"	35
2 Depositie van methomyl op het kasdek	37
3 Depositie van methomyl op het gewas	39
4 Depositie van methomyl op de grond	41
5 Methomyl in condenswater (volle kassen)	43
6 Methomyl in condenswater (lege kassen)	45

FIGUREN

1 Meetopstelling in de kassen voor de bemonstering van lucht	16
2 Afnamecurves voor de luchtconcentratie van methomyl in volle kassen, na behandeling met de LVM- en pulsfog-apparatuur	21
3 Afnamecurves voor de luchtconcentratie van methomyl bij een LVM-toepassing in volle en lege kassen	22
4 Verloop van de temperatuur en relatieve vochtigheid tijdens het depositie- en luchtconcentratie-onderzoek met methomyl op 8 juni 1989	23

TABELLEN

1 De detectiegrenzen van methomyl per medium	17
2 Dosering van methomyl bij de verschillende behandelingen	19
3 Recovery van methomyl per medium	20
4 Omgevingscondities tijdens de behandeling van de volle en lege kassen	23
5 Concentratie methomyl in de kaslucht en percentage uitstoot naar de buitenlucht	24
6 Massabalans van methomyl bij de verschillende behandelingen	26

WOORD VOORAF

Door een goede samenwerking tussen medewerkers van het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk, het Medisch Biologisch Laboratorium TNO te Rijswijk en het Staring Centrum te Wageningen konden er twee vergelijkende depositie-experimenten uitgevoerd worden in de kassen van het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas (PTG) te Naaldwijk op 18 mei 1989 en 14 juni 1989. Het doel van de proeven was het verkrijgen van inzicht in de depositie en luchtconcentraties van methomyl bij drie verschillende toepassingsmethoden.

De luchtconcentratiemetingen werden uitgevoerd door J.A.F. de Vreede, D.H. Brouwer en J.C. Ravensberg van het MBL/TNO, terwijl de depositiemetingen door S.J.H. Crum en H. de Heer van het Staring Centrum werden uitgevoerd. Door M. van der Staay van het PTG werd algehele assistentie en advisering geleverd.

SAMENVATTING

Het doel van de experimenten was het verkrijgen van inzicht in de verschillen in depositie en luchtconcentraties van bestrijdingsmiddelen bij drie verschillende toepassingsmethoden. Hierbij werden respectievelijk het conventioneel hoogvolume spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing met elkaar vergeleken, waarbij als modelstof methomyl (Lannate-L) werd gebruikt. In een eerste experiment werden de toepassingen uitgevoerd in kassen met een tomatengewas. Een tweede experiment werd uitgevoerd in kassen met een "extreem laag" gewas (lege kassen). De kassen hadden een oppervlakte van 200 m². Na de depositiemetingen werd per kas het condenswater opgevangen om zo een eerste schatting te krijgen van de belasting van het milieu met de actieve stof.

Ten aanzien van de metingen in de lucht, blijkt dat de afname van de luchtconcentraties in de eerste vier uur zeer snel is. Na circa vier uur zijn de concentraties gedaald tot minder dan tien procent van de gemeten beginconcentratie. De concentraties van methomyl in de lucht zijn bij toepassing van de LVM zowel in de volle als in de lege kas hoger dan bij het pulsfoggen. De concentraties van methomyl in de lucht blijken bij zowel de LVM-toepassing als het pulsfoggen in een lege kas hoger te zijn dan in een volle kas.

De depositie op het gewas bedroeg voor het conventioneel hoogvolume spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 103%, 13% en 57% van de doseringen. De depositie op het kasdek was voor de LVM-toepassing na behandeling van het tomatengewas het hoogst (1,5% van de dosering), gevolgd door het pulsfoggen (0,4% van de dosering) en de conventionele spuitmethode (0,05% van de dosering). Na de behandeling van lege kassen blijkt de depositie op het kasdek ook hier voor de LVM-toepassing groter te zijn (11% van de dosering) dan voor het pulsfoggen (1,7% van de dosering).

Van de hoeveelheid actieve stof die op het kasdek terecht kwam bleek later slechts een klein deel terug te vinden in het condenswater. Relatief de grootste hoeveelheid van de actieve stof (48% van de depositie) werd teruggevonden in het condenswater van de kas na de conventionele bespuiting van het tomatengewas. De relatief kleinste hoeveelheid actieve stof (0,04% van de depositie) werd na het pulsfoggen in het condenswater teruggevonden, bij behandeling van een lege kas. Absoluut gezien werd na de LVM-toepassing van het tomatengewas de grootste hoeveelheid van de actieve stof (0,10% van de dosering) teruggevonden, terwijl de laagste hoeveelheid (0,0007% van de dosering) in het condenswater teruggevonden werd na het pulsfoggen in een lege kas.

De depositie op de grond na behandeling van een tomatengewas bleek voor de conventionele bespuiting, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 21%, 0,9% en 9% van de dosering te bedragen. Bij behandeling van een lege kas bedroegen deze deposities op de grond voor het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 27% (12% zie Hst. 4) en 28% van de dosering. Met betrekking tot de totaal balans werden

bij de behandeling van een tomatengewas voor het conventioneel spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 124%, 15% en 68% van de doseringen teruggevonden. Bij de behandeling van de lege kassen werd voor het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 30% en 40% van de doseringen teruggevonden.

De LVM-toepassing lijkt ten aanzien van de belasting van het milieu via emissie door condenswater potentieel de grootste problemen op te leveren. Bij de LVM-toepassing van volle kassen werd 0,10% van de dosering in het condenswater teruggevonden. Bij het hoogvolume spuiten en het pulsfoggen werd respectievelijk 0,02% en 0,009% van de dosering teruggevonden in het condenswater. Bij de behandeling van lege kassen werd voor de LVM-toepassing en het pulsfoggen respectievelijk 0,02% en 0,0007% van de dosering in het condenswater teruggevonden. Emissie van bestrijdingsmiddel via de bodem lijkt voor het conventioneel spuiten potentieel het grootst te zijn. Bij het hoogvolume spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing werd respectievelijk 21%, 0,9% en 9% van de dosering op de grond teruggevonden. Als een beschouwing over de depositie van bestrijdingsmiddel op het gewas wordt gemaakt, dan wordt van het conventioneel spuiten het grootste effect ten aanzien van de bestrijding verwacht.

Bij het hoogvolume spuiten werd 103% van de dosering op het gewas teruggevonden. Bij het pulsfoggen en de LVM-toepassing werd respectievelijk slechts 13% en 57% van de dosering op het gewas teruggevonden. De lage balans voor het pulsfoggen en de LVM-toepassing, bij zowel het behandelen van een tomatengewas als een lege kas, komt misschien doordat de gebruikte apparatuur niet geschikt was voor de behandeling van kleine kascompartimenten, zoals in dit experiment. De worplengte van zowel de pulsfog als het LVM apparaat zijn dermate groot dat het merendeel van het methomyl mogelijk op de zij- en achterwanden van de kas tot depositie is gekomen. Belangrijk aspect hierbij is dat de zij- en achterwanden van de kassen niet werden bemonsterd, zodat depositie hierop niet vastgesteld kon worden.

1 INLEIDING

In de glastuinbouw speelt de gewasbescherming een belangrijke rol. Gewasbeschermingsmiddelen kunnen op verschillende manieren toegediend worden. Het conventionele hoogvolume spuiten is uiteraard zeer bekend, echter ook de laagvolume technieken zoals het gasnevelen (pulsfoggen) en het fijn vernevelen (LVM = Low Volume Mist) hebben de laatste jaren hun intrede gedaan. Uit arbeidshygiënisch oogpunt zou deze laatstgenoemde toepassingstechniek (LVM) veelbelovend zijn, daar de tuinder tijdens de toepassing niet in het kascompartiment aanwezig hoeft te zijn. Dit in tegenstelling tot bij het spuiten en pulsfoggen. Bij zowel het pulsfoggen als de LVM-toepassing is thans nog onvoldoende inzicht hoeveel van het gewasbeschermingsmiddel tegen het kasdek, op het gewas en op de grond kan komen. De depositie op het kasdek geeft een schatting van de maximale hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel die via het condenswater naar het oppervlaktewater zou kunnen worden afgevoerd. De depositie op de grond geeft eveneens een schatting van de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel die mogelijk in het oppervlakte- of grondwater terecht kan komen. De depositie op het gewas is van belang voor het maken van een juiste massabalans van de toegepaste modelstof. Daarnaast zijn eveneens de concentraties die in de lucht aanwezig zijn van groot belang in verband met herbetreding en emissie naar het milieu via de gasfase. In twee gezamenlijke experimenten van het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas, het Staring Centrum en het Medisch Biologisch Laboratorium TNO, werden door het Medisch Biologisch Laboratorium TNO de concentraties van de modelstof in de lucht gemeten. Door het Staring Centrum werd de depositie van de modelstof (methomyl) op kasdek, gewas en grond gemeten. Op deze wijze werd getracht een totale stofbalans op te stellen voor de drie verschillende toepassingstechnieken. In een later stadium werd de proef herhaald in dezelfde kassen, maar dan zonder gewas (extreem laag gewas). In dit geval werd alleen een balansstudie uitgevoerd voor het pulsfoggen en de LVM-toepassing, omdat spuiten in een lege kas moeilijk uitvoerbaar bleek. Na de depositiemetingen werden tevens condenswatermonsters geanalyseerd, ter controle van de schatting van de emissie van gewasbeschermingsmiddel naar het oppervlaktewater.

In hoofdstuk 2 staat de technische uitvoering van de experimenten beschreven. Hierbij komt naast de bespuiting eveneens de bemonstering alsmede de verwerking van de monsters aan de orde. In hoofdstuk 3 staan de resultaten vermeld van de luchtconcentratie-metingen en van de verschillende depositie-metingen. Daarnaast zijn in dit hoofdstuk de gegevens vermeld ten aanzien van de verschillende doseringen, de recovery van de analysemethoden en de Leaf Area Index (L.A.I.) en de Glass Area Index (G.A.I.). In hoofdstuk 4 zijn de discussie en conclusies beschreven terwijl in hoofdstuk 5 de aanbevelingen voor verder onderzoek zijn vermeld.

De experimenten werden uitgevoerd in de periode mei-juni 1989 in het kader van de werkgroep "Optimalisering van de Toepassingstechnieken van Gewasbeschermingsmiddelen in Kasteelten".

2 MATERIALEN EN METHODEN

2.1 Beschrijving van de proefomstandigheden

De experimenten werden uitgevoerd op het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk. Het eerste experiment werd uitgevoerd op 18 mei 1989 in drie identieke kascompartimenten. Een kascompartiment bestond uit vier kappen met elk een breedte van 3,15 m en een lengte van 15,8 m. In het totale kascompartiment waren 16 rijen van elk 22 tomatenplanten aanwezig. De tomatenplanten hadden een hoogte van ongeveer 2,5 m. In totaal stonden er 352 tomatenplanten op een oppervlakte van 200 m² per kascompartiment. De goothoogte bedroeg 2,5 m, terwijl de nok een hoogte had van 3,3 m. Het totale oppervlak van het kasdek bedroeg 220 m². De totale inhoud van de kas bedroeg ongeveer 600 m³.

Bij de spuitproef werd met een conventionele motorspuit ongeveer 50 liter spuitvloeistof verspoten, door van onder naar boven door het tomatengewas te spuiten. De bespuiting werd uitgevoerd om 14.15 uur in kascompartiment 211-6, waarbij de luchtramen gesloten waren. Direct na de bespuiting werd de lucht-bemonstering gestart. De depositiebemonstering werd drie uur na bespuiting uitgevoerd om zo de luchtbemonsteringen zo min mogelijk te storen. De andere toepassingen (LVM en pulsfoggen) werden beide om ongeveer 20.30 uur uitgevoerd in respectievelijk de kascompartimenten 211-4 en 211-2. Bij de LVM-toepassing werd 188 ml oplossing toegepast, terwijl bij het pulsfoggen 244 ml vloeistof in de kasruimte gebracht werd. Deze toepassingen werden uitgevoerd in gesloten kassen om de emissie via de luchtramen zoveel mogelijk te beperken. Ook bij deze experimenten werd direct na toepassing met de lucht-bemonstering begonnen, terwijl de depositiebemonstering voor de LVM-toepassing en voor het pulsfoggen respectievelijk om 23.15 uur en 24.00 uur uitgevoerd werd. Bij de spuitproef en de LVM-toepassing werd een oplossing van Lannate-L in kraanwater toegepast, terwijl bij het pulsfoggen een mengsel van Lannate-L met VK2 (glycolen) gebruikt werd. Kascompartiment 211-8 bleef onbehandeld.

Nadat de tomatenplanten uit de kassen verwijderd waren, werden de LVM-toepassing en het pulsfoggen een maand later in de lege kassen herhaald. Bij de LVM-toepassing werd om 20.00 uur 198 ml oplossing Lannate-L + VK2 in de kasruimte gebracht. Bij het pulsfoggen werd om 20.15 uur 248 ml oplossing in de kasruimte gebracht. Wederom werd direct na behandeling de lucht-bemonstering opgestart. Om 23.30 uur werd de depositiebemonstering uitgevoerd, waarbij eerst het kascompartiment met de LVM-toepassing bemonsterd werd, na een kwartier gevolgd door de bemonstering van het andere kascompartiment (pulsfoggen). Voor beide experimenten werden zowel doserings- als recoverybepalingen uitgevoerd in een identieke blanco kas.

2.2 Gebruikte materialen

T.b.v. bespuiting:

kassen	: Van PTG te Naaldwijk (kascomplex 211) Lannate-L: a.i. methomyl (200 g/l)
LVM-apparaat	: Elnor, type 955 (serie BX 327 ELV 155) worplengte: 45 (m), ventilatorcapaciteit: 4500 m ³ /h
pulsfog	: Dr. Stahl & Sohn, type K22 (serie 10862)
motorspuit	: eigen bezit PTG

T.b.v. luchtmonsters:

oplosmiddel	: 0,3% azijnzuur in water
filters	: glasvezelfilters (Gelman A/E) 47 en 25 mm
filterkop	: PAS-6 meetkop en 47 mm RVS meetkop
Impinger	: Greenburg-Smith, gevuld met 100 ml demiwater
pompen	: Dupont 2500 en Tecora hivol pompen
thermometer	: Pt-100 sensor
luchtvochtigheidsmeter	: Vaisala HMP 31 sensor

HPLC systeem

oplosmiddel	: acetonitril
eluens	: water:acetonitril (60:40) met 5% ammoniumsulfaat
flow	: 1,5 ml/min.
kolom	: Waters, Radial pak C-18 cartridge, 10 cm 8-C18/10 µm
detector	: Perkin-Elmer LC-95 UV/VIS spectrofotometer
golflengte	: UV 254 nm
injectievolume	: acetonitril 20 µl AR vloeistof 100 l

T.b.v. depositiemonsters:

oplosmiddel	: water:methanol 80:20 (v/v)
areameter	: Li-3100, Li-Cor,inc. Nebraska USA

HPLC systeem

pomp	: Waters 590 (serie 590-004105)
eluens	: water:methanol = 80:20 (v/v), 0.7 ml/min.
autosampler	: Perkin Elmer ISS-100 (serie 5244)
injectievolume	: 50 µl
kolomvulling	: reversed phase Chromospher C-18 (kolom no. CC 867065 en CC 875322)
oventemp.	: 30 °C
retentietijd	: 4.95 min
U.V. meter	: Perkin Elmer LC-90 UV/VIS spectrofotometer (serie 86388)
golflengte	: 240 nm
detectiegrens	: 0,5 ng

2.3 Plaatsing van de depositiefolies

Alvorens de proeven werden gestart, werden er per experiment vier depositiefolies vervaardigd ten behoeve van de depositiebepaling tegen het kasdek. Er werden stukken aluminiumfolie van ongeveer 75 cm lengte op twee onderliggende folies geplakt. De onderliggende folies waren bedoeld om eventuele contaminatie van het depositiefolie door eerdere toepassingen van methomyl te voorkomen. Per kascompartiment werden de vier folies met dubbelzijdig kleefband tegen de onderkant van het kasdek bevestigd. Deze folies werden verspreid door de kas opgehangen waarbij aan zowel de linkerzijde als de rechterzijde van het kasdek twee folies bevestigd werden. De folies werden minimaal 2 m van de rand van het kascompartiment opgehangen om eventuele rand-effecten te vermijden. Voor de bepaling van de depositie op de grond werden er in het eerste experiment zowel in de rijen als tussen de rijen met tomatenplanten drie aluminiumfolies van ongeveer 75 cm lengte (op onderliggend tissue papier) neergelegd. Het tissue papier diende om eventuele contaminatie van de folies te voorkomen. Bij het tweede experiment werden er in totaal zes aluminiumfolies op dezelfde wijze neergelegd, zij het dat de folies nu at random verspreid door de kas werden gelegd.

2.4 Bepaling 'Leaf Area Index' en 'Glass Area Index'

De Leaf Area Index (L.A.I.) is de parameter die de totale bladoppervlakte van het gewas per bodemoppervlak aangeeft. De Glass Area Index (G.A.I.) geeft de hoeveelheid kasdekoppervlakte aan per bodemoppervlak. Beide parameters dienen voor het opstellen van een massabalans van de modelstof.

De L.A.I. werd bepaald door uit de blanco kas twee tomatenplanten van al hun blad te ontdoen. De bladeren werden laagsgewijze verzameld. Er werd een verdeling over de hoogte gemaakt in respectievelijk laag (0-120 cm); midden (120-185 cm) en hoog (185-250 cm). Per hoogte werden de bladeren samengevoegd. Van alle bladeren werd afzonderlijk de bladoppervlakte bepaald met een Li-3100 (Li-Cor Nebraska) areameter van het Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas, zodat naast de totale L.A.I. eveneens de variatiecoëfficiënt (V.C.) berekend kon worden. De G.A.I. werd bepaald door naast de afmetingen van de kas (15.8 m * 12.6 m), tevens de goothoogte (2.5 m) en de nokhoogte (3.3 m) op te meten. Uit deze gegevens konden vervolgens de totale kasdekoppervlakte en de G.A.I. berekend worden.

2.5 Bepaling van de dosering

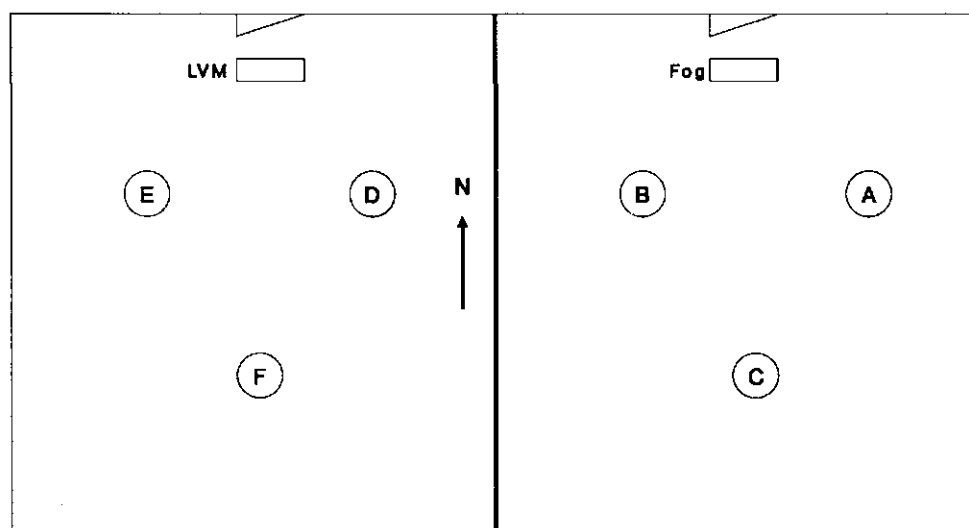
Bij de spuitproef van het eerste experiment werd een oplossing van Lannate-L in water gemaakt. In de 60 liter spuitoplossing was 75 ml Lannate-L opgelost. De hoeveelheid verspoten spuitvloeistof werd door de spuitgast op 50 liter geschat. De concentratie methomyl werd bepaald door met een injectiespuit exact 1 ml spuitoplossing over te brengen in 50 ml extractie vloeistof (water:methanol=80:20), waarbij deze monsters direct met behulp van het HPLC-systeem gemeten werden. Bij het pulsfolgen werd de

doseeroplossing gemaakt door 50 ml Lannate-L te mengen met 200 ml VK2, terwijl voor de LVM-toepassing een doseeroplossing gemaakt werd door 50 ml Lannate-L te mengen met 150 ml water. Van deze mengsels werd de concentratie bepaald door 1 ml van de oplossing over te brengen in respectievelijk 100 ml extractie vloeistof (pulsfoggen) en 150 ml extractie vloeistof (LVM). Deze monsters werden, nadat ze 100-voudig verdund waren, eveneens direct gemeten met behulp van het HPLC-systeem.

Voor het uitvoeren van de behandelingen in het tweede experiment, werden voor zowel de LVM-toepassing als het pulsfoggen dezelfde spuitoplossingen aangemaakt. Bij de bepaling van de concentratie van de beide spuitoplossingen werd nu echter bij beide toepassingen slechts 250 µl spuitoplossing overgebracht in 100 ml extractievloeistof, net als in het eerste experiment. De doseringsmonsters werden 25-voudig verdund, waarna ze direct gemeten werden met behulp van het HPLC-systeem.

2.6 Luchtmeetmethoden en -strategie

In figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de opstelling van de meetapparatuur in de kassen. Per kas werden drie meetpunten gekozen, vanwege een mogelijk inhomogene verdeling van het aerosol in de kasruimte. Op ieder meetpunt werd een Personal Air Sampler (PAS-6) en een hoog volume (Hivol) monsternemings-apparaat opgesteld. De PAS-6 apparatuur wordt doorgaans persoonsgebonden gebruikt om de zogenaamde "inspirabele" stoffractie te meten.



A,B,C,D,E en F: meetpunten met PAS en Tecora apparatuur

Fig. 1 Meetopstelling in de kassen voor de bemonstering van lucht

De PAS-6 meetkop was voorzien van een 25 mm filter en was aangesloten op een batterijgevoede pomp (Dupont 2500) met een debiet van 2 l/min. Er werd bovendien Hivolapparatuur gebruikt om een lagere detectiegrens te kunnen meten en omdat met

de 47 mm meetkop een bredere stoffractie wordt afgevangen ("totaal stof"). Omdat methomyl, gezien de dampspanning, deels als aerosol en deels in dampvorm kan voorkomen, werd bij metingen met de Hivol-apparatuur de meetkop in combinatie met een Greenburg-Smithimpinger gebruikt, om zowel aerosol als damp af te vangen. De impinger was gevuld met 100 ml demi-water. De lucht werd met een Tecora-pomp doorgezogen met een debiet van circa 25 l/min. Methomyl werd afgevangen met behulp van glasvezelfilters (Gelman A/E). Het debiet van de Dupont pomp werd voor en na de meting gecontroleerd. Van de Tecora Hivol pomp werd het doorgezogen volume van de gasmeter afgelezen. In een van de kassen werd de temperatuur geregistreerd met een Pt-100 sensor en de luchtvochtigheid met een Vaisala HMP-31 sensor. Na iedere monsterperiode werden de filters en impingers vervangen. De filters werden in het laboratorium opgewerkt (extractie met 0,3% azijnzuur) en met behulp van HPLC met UV-detectie geanalyseerd. De detectiegrenzen voor methomyl per medium zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 De detectiegrenzen van methomyl per medium

Medium	Folie (μg)	Blad (μg)	Condenswater ($\mu\text{g/ml}$)	Filter		Impinger (μg)
				25 mm (μg)	47 mm (μg)	
detectiegrens	0,001	0,01	0,01	0,05	0,1	1,0

2.7 Bemonstering en analyse van de depositiemonsters

Voor de bemonsteringen van de proeven in Naaldwijk werden uitgevoerd, werd een methode ontwikkeld ter bepaling van het bemonsterde oppervlak, voor zowel het aluminiumfolie als voor de bladeren. Hiervoor werd in drievoud een bekend oppervlak aluminiumfolie afgeknipt en in de oven bij 105 °C gedurende 24 uur gedroogd. Na droging werden de folies gewogen, zodat een gemiddeld gewicht per oppervlak kon worden bepaald. Na analyse van de kasdek- en gronddepositie monsters werd van de depositiefolies op dezelfde wijze het drooggewicht bepaald, waaruit vervolgens het bemonsterd oppervlak berekend werd. Alle tomatenbladeren die voor de L.A.I. bepaling gebruikt waren, werden in een grote roestvrij stalen emmer verzameld. Deze bladeren werden eveneens in de oven gedurende 24 uur gedroogd bij een temperatuur van 105 °C. Na analyse van de uiteindelijke bladmonsters werden de bemonsterde bladeren op dezelfde wijze in de oven gedroogd. Na weging van de gedroogde bladeren werd vervolgens het bemonsterd oppervlak berekend.

Omdat het tijdsverschil tussen het tijdstip van behandeling van de objecten en het tijdstip van extractie van de folies en de bladmonsters ongeveer drie uur bedroeg, werd er ter plaatse een recovery bepaling uitgevoerd. Deze recovery bepaling werd zowel voor foliemonsters als voor bladmonsters uitgevoerd, waarbij combinaties met alle gebruikte spuitoplossingen gemaakt werden. Voor alle toepassingen afzonderlijk werd op stukken aluminiumfolie (20*60 cm) met behulp van een injectiespuit 1 ml (eerste experiment) respectievelijk 250 μl (tweede experiment) van de betreffende spuitoplossing gebracht.

Deze behandelde folies werden direct voor de bijbehorende toepassing in de blanco kas op onderliggend tissue papier neergelegd. Direct voordat de depositiefolies uit het behandelde kascompartiment werden verwijderd, werden de folies, bestemd voor de recovery bepaling, uit de blanco kas verwijderd en in 750 ml potten gebracht, waarna de folies werden geëxtraheerd. In het eerste experiment werd op dezelfde wijze een recovery experiment uitgevoerd met tomatenbladeren, waarbij exact 1 ml spuitoplossing op drie tomatenbladeren werd gebracht, door de vloeistof zo goed mogelijk over de bladeren te verdelen. De verdere behandeling van de tomatenbladeren was gelijk aan de behandeling van de recoveryfolies.

Voor de bemonstering van zowel de folies als de bladeren werd in 750 ml potten met schroefdeksel met behulp van een maatcilinder 250 ml extractievloeistof (water: methanol=80:20) gebracht. De depositiefolies werden voorzichtig van het glasdek gehaald, waarna ze van de onderliggende laag aluminiumfolie losgeknipt werden. De folies werden in de lengte opgevouwen met de bovenkant naar binnen gericht en vervolgens opgerold, waarna ze in de potten met extractievloeistof werden gebracht. De potten werden met behulp van teflon-tape en schroefdeksel afgesloten, waarna ze gedurende 5 min. met de hand werden geschud. De tomatenbladeren werden per laag afzonderlijk (laag, midden en hoog) van de stengel geknipt, waarna ze in kleinere stukken geknipt werden, welke vervolgens in de potten met extractievloeistof werden gebracht. Op deze wijze werden per pot drie tomatenbladeren per afzonderlijke laag verzameld. De potten met bladmonsters werden gedurende 2 * 5 min. met de hand geschud. Blanco monsters werden op dezelfde wijze behandeld. Na beide experimenten werden condenswatermonsters verzameld.

De condenswatermonsters werden direct in de koelkast geplaatst, waarna ze binnen 14 dagen werden geanalyseerd. De folie-extracten werden al of niet verdund met loopvloeistof (gelijk aan de extractievloeistof), waarna de concentraties met behulp van vloeistofchromatografie werden bepaald. De condenswatermonsters werden in alle gevallen zonder te verdunnen geanalyseerd.

Voor de bladextracten bleek een clean-up procedure noodzakelijk te zijn. Hiervoor werd 5 ml bladextract overgebracht in een scheidrecther (50 ml). De betreffende bladextracten werden 2 keer uitgeschud met 5 ml chloroform, waarna zoveel mogelijk chloroform in een 25 ml buis opgevangen werd. De scheidrecther werd met 2,5 ml chloroform nagespoeld, waarna het gecombineerde chloroformextract op het indampbad drooggedampt werd. De extracten werden in een geschikt volume eluens heropgelost.

3 RESULTATEN

3.1 De L.A.I. en de G.A.I.

De resultaten van de bepaling van de leaf area index staan vermeld in aanhangsel 1. De gemiddelde bladoppervlakte bedroeg 418 cm², waarbij een variatie coëfficiënt (V.C.) van 49% werd gevonden. De planten hadden in het middelste gedeelte de meeste bladeren, doordat van bijna alle tomatenplanten de top weer naar beneden gebogen was. De L.A.I. voor het hoge, midden en lage gedeelte van de tomatenplanten bedroegen respectievelijk 0,85; 1,22 en 0,59. De totale L.A.I. bedroeg 2,66. De G.A.I. bedroeg voor alle kassen 1,12.

3.2 De gebruikte doseringen

De resultaten van de bepaling van de doseringen staan vermeld in tabel 2. Uit de resultaten bleek dat de hoeveelheid methomyl, die per kas gedoseerd werd ongeveer 10 gram per kas bedroeg. De doseringen per oppervlakte-eenheid bedroegen in alle gevallen ongeveer 50 mg/m² methomyl.

*Tabel 2 Dosering van methomyl bij de verschillende behandelingen.
De kasoppervlakte bedroeg 200 m²*

Methode	Dosering per kas (g)	Dosering (mg/m ²)
<i>"Volle kas"</i>		
Spuiten	9,11	45,6
Foggen	9,71	48,6
LVM	8,98	44,9
<i>"Lege kas"</i>		
Foggen	10,78	53,9
LVM	9,73	48,7

3.3 De recovery van methomyl

De resultaten van de bepaling van de recovery met betrekking tot de behandeling van een tomatengewas en van de lege kassen staan vermeld in tabel 3. De gemiddelde recovery vanaf aluminiumfolie bedroeg in het eerste experiment (volle kas) voor de drie verschillende oplossingen 96,5% (n=6; V.C.= 4,8%), terwijl deze recovery in het tweede experiment 96,3% bedroeg (n=6; V.C.= 5,2%). De recovery vanaf tomatenblad bleek inclusief de clean-up behandeling, voor de dezelfde oplossingen 87,4% te bedragen (n=6; V.C.= 3,5%), terwijl dezelfde recovery zonder clean-up gemiddeld 87,9% bedroeg (n=4;

V.C.= 6,9%). De opbrengst bij de extractie van de filters (Gelman A/E) was groter dan 99%. De variatiecoëfficiënt van de bepalingen was voor alle matrices kleiner dan 5%.

Tabel 3 Recovery van methomyl per medium

Medium	Recovery (%)	Variatiecoëfficiënt (%)
aluminiumfolie exp.1	96,5	4,8 (n=6)
aluminiumfolie exp.2	96,3	5,2 (n=6)
blad met clean-up	87,4	3,5 (n=6)
blad zonder clean-up	87,9	6,9 (n=4)
filters	> 99	< 5

3.4 Concentratieingen in de lucht

Bij de monsterneming met de 47 mm filter/impinger combinatie werden de concentraties van filter en absorptievloeistof bij elkaar opgeteld en als één monster beschouwd. De meetresultaten van het hoogvolumespuiten worden hier verder niet besproken. Voor een uitspraak over eventuele verschillen tussen de meetpunten en de kassen onderling, werden de getallenreeksen met behulp van meervoudige variantie-analyse onderzocht.

In de figuren 2 en 3 is het verloop van enkele voor de proeven relevante afnamecurves grafisch weergegeven. Door de punten is in het geval van LVM en pulsog een kromme "gefit" volgens de vergelijking $y = a \cdot x^b$. Deze curve gaf statistisch het beste resultaat. Voor methomyl lagen alle gemeten waarden ruim boven het detectieniveau. Uit de beide figuren blijkt dat de twee verschillende meetmethodes (PAS-6 en HIVOL) geen verschillen te zien geven.

Door het Proefstation werden de kasttemperatuur, de windsnelheid en de windrichting gemeten. Bij een van de experimenten werd bovendien door het Proefstation het ventilatievoud gemeten met dosering van een tracergas en registratie van de concentratie van het met infrarood meetapparatuur. Het ventilatievoud van de kassen bij de andere metingen werd berekend met een formule die door het PTG is opgesteld voor dit type kas, namelijk:

$$\text{Ventilatievoud} = 0,07 * \text{windsnelheid} * (\text{raamopening} + \text{lekgetal})$$

ventilatievoud in h^{-1}
windsnelheid in m/s
raamopening in %
lekgetal in %

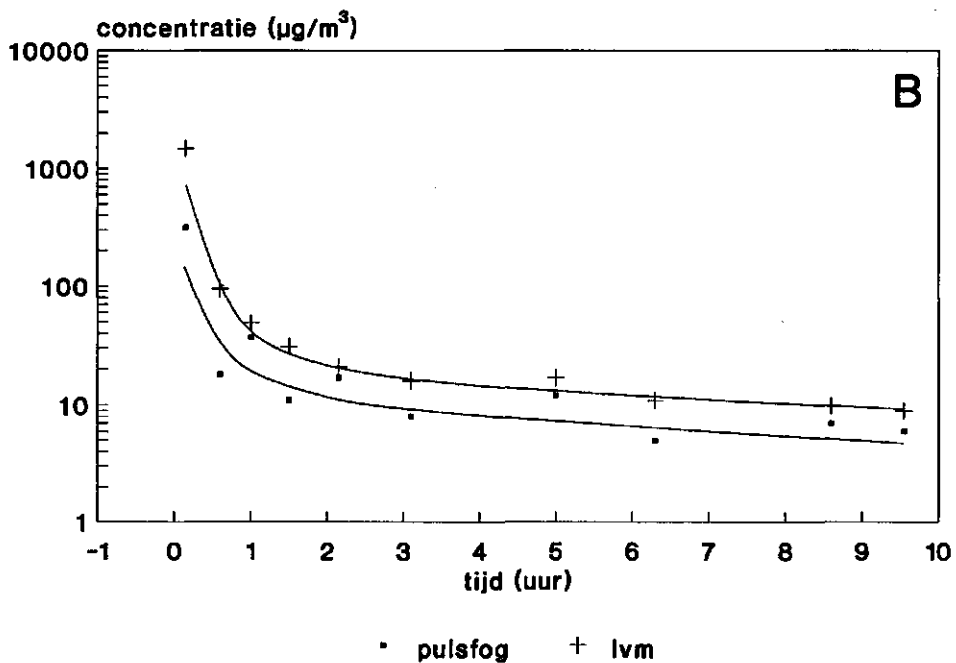
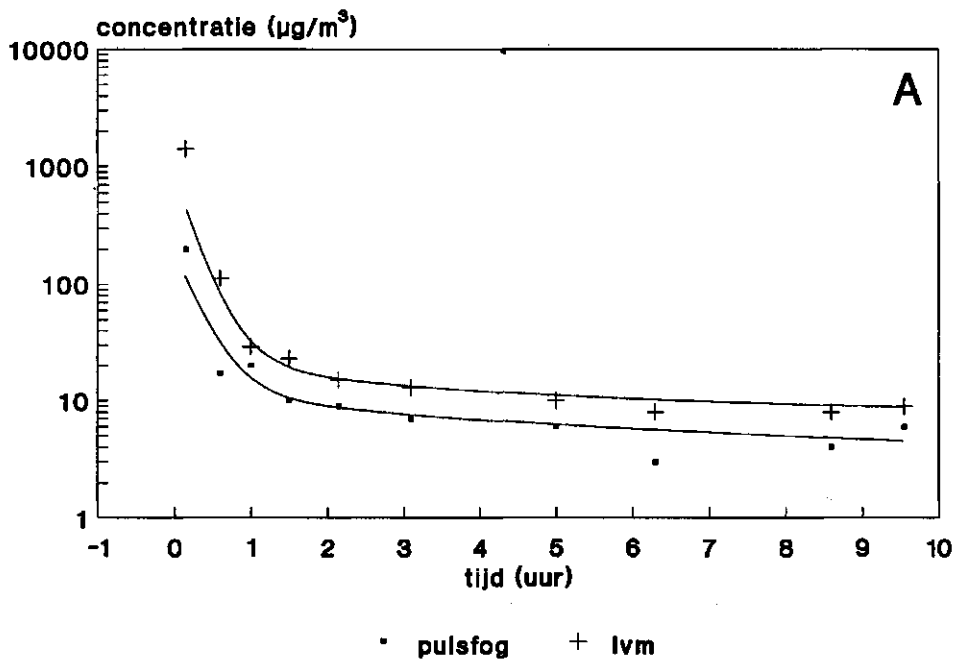


Fig. 2 Afnamecurves voor de luchtconcentratie van methomyl in volle kassen, na behandeling met de LVM- en pulsfog-apparatuur bij bemonsteringsmethoden PAS-6 (A) en HIVOL (B). Eindtijd toepassing ($t=0$) is begintijdstip metingen

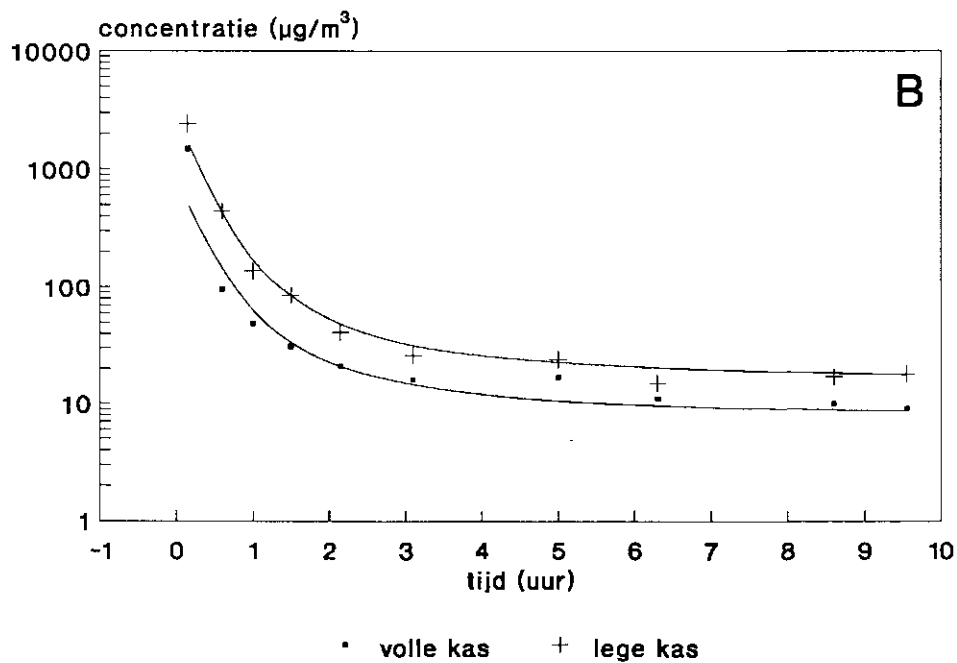
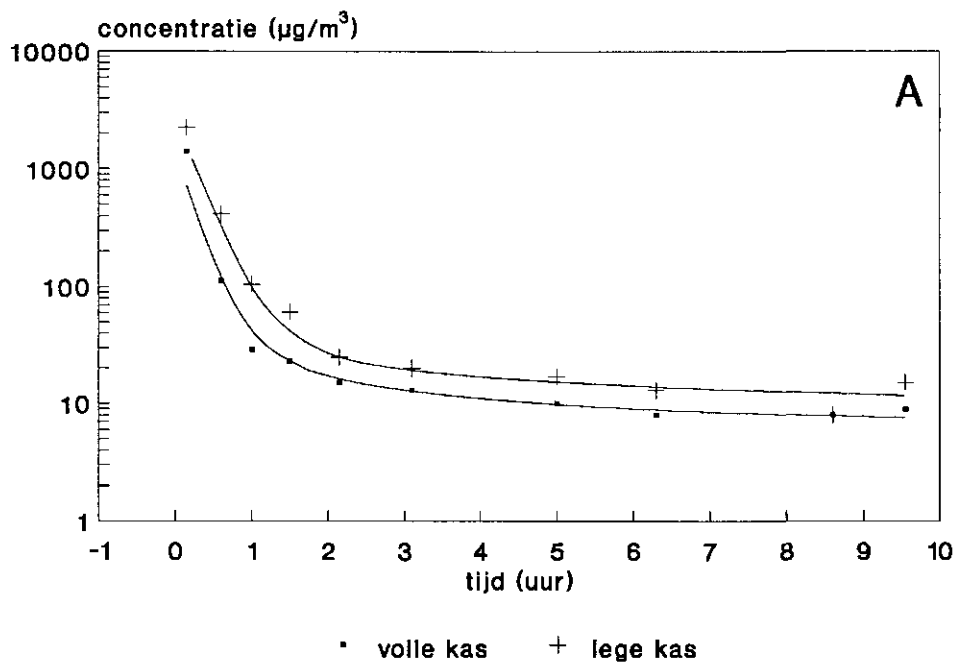


Fig. 3 Afnamecurves voor de luchtconcentratie van methomyl bij een LVM-toepassing in volle en lege kassen bij bemonsteringsmethoden PAS-6 (A) en Hivol (B). Eindtijd toepassing ($t=0$) is begintijdstip metingen.

nog in de kas aanwezige hoeveelheid methomyl vermeld. De beginconcentratie in mg/m^3 geeft de concentratie weer indien alle methomyl in de kaslucht aanwezig zou zijn.

Tabel 5 Concentratie methomyl in de kaslucht en percentage uitstoot naar de buitenlucht

Methode	Begin- conc. (mg/m^3)	Conc.na drie uur ($\mu\text{g/m}^3$)	Massa % in de kaslucht	Massa % naar buitenl.	Totaal (%)
<i>Volle kas</i>					
Foggen	16,2	17	0,1	0,1	0,2
LVM	15,0	21	0,1	0,1	0,2
<i>Lege kas</i>					
Foggen	18,0	72	0,4	0,3	0,7
LVM	16,2	41	0,3	0,2	0,5

3.5 Depositie op het gewas

De resultaten voor de depositie van methomyl op het gewas staan vermeld in aanhangsel 3. Na vermenigvuldiging met de L.A.I. bleek de depositie in het middengedeelte (120 - 185 cm) van het gewas bij alle behandelingen het grootst te zijn. De laagste deposities vinden we in het bovenste gedeelte van het gewas (185-250 cm). De depositie op het gewas bij het spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing bedroeg respectievelijk 103%, 13% en 57%.

3.6 Depositie op het kasdek

Volle kas:

De resultaten voor de depositie van methomyl op het kasdek staan vermeld in aanhangsel 2. In een volle kas blijkt de depositie op het kasdek, waarbij het gewas conventioneel bespoten is, 0,05% van de dosering te bedragen. De depositie op het kasdek tijdens en na het pulsfoggen en de LVM-toepassing bedroeg respectievelijk 0,4% en 1,5% van de doseringen (volle kas). De depositie op het kasdek blijkt hier voor beide methoden aanmerkelijk hoger te liggen dan de depositie bij het spuiten.

Lege kas:

De resultaten voor de depositie van methomyl op het kasdek in een lege kas staan eveneens vermeld in aanhangsel 2. De depositie op het kasdek voor het pulsfoggen en voor de LVM-toepassing bedroeg respectievelijk 1,7% en 11%. Deze resultaten zijn zoals verwacht hoger dan bij de experimenten waarbij een gewas in de kassen aanwezig was (volle kas). Opvallend is het dat hier, evenals bij het experiment in de volle kas, de depositie op het kasdek bij de LVM-toepassing aanzienlijk hoger is dan bij het pulsfoggen.

3.7 Depositie op de grond

Volle kas:

De resultaten voor de depositie van methomyl op de grond staan vermeld in aanhangsel 4. De gemiddelde depositie van methomyl op de grond bedroeg voor het spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 21; 0,9 en 9 %. Bij alle behandelingen blijkt de depositie in het pad hoger te zijn dan in de rij (onder de planten), zoals ook verwacht mocht worden. Aangezien het maken van een schatting voor de oppervlakte van het pad en de rij moeilijk is, werd voor de berekening van de gemiddelde depositie op de grond uitgegaan van de gemiddelde depositie in de rij en in het pad. Belangrijk hierbij is het vergelijkende karakter tussen de verschillende toepassingen. Opvallend is de lage depositie op de grond voor het pulsfoggen ten opzichte van de LVM-toepassing. Bij de conventionele spuitmethode komt veruit het meest op de grond terecht.

Lege kas:

De resultaten voor de depositie van methomyl op de grond in een lege kas staan eveneens vermeld in aanhangsel 4. De gemiddelde depositie van methomyl op de grond bedroeg voor het pulsfoggen en voor de LVM-toepassing respectievelijk 27% en 28%. Deze meetwaarden zijn lager dan verwacht, omdat er in deze kassen geen gewas aanwezig was waarop eveneens methomyl terecht kon komen.

3.8 De massabalans

Volle kas:

De resultaten van de massabalans staan vermeld in tabel 6. De totaal teruggevonden hoeveelheid methomyl bij de conventionele spuitmethode, het pulsfoggen en bij de LVM-toepassing bedroeg respectievelijk 124%, 15% en 68% van de doseringen. De depositie op het gewas ligt bij de LVM-toepassing veel hoger dan bij het pulsfoggen, waar slechts een fractie van de dosering op het gewas is gevonden.

Lege kas:

De resultaten van de massabalans in een lege kas staan eveneens vermeld in tabel 6. De totaal teruggevonden hoeveelheid methomyl bij het pulsfoggen bedroeg 30%, terwijl deze hoeveelheid bij de LVM-toepassing 40% bedroeg. Hier is, evenals bij het experiment in de volle kas, de totaal teruggevonden hoeveelheid methomyl bij de LVM-toepassing groter dan bij het pulsfoggen. De balans is echter voor beide toepassingen veel lager dan verwacht.

Tabel 6 Massabalans van methomyl bij de verschillende behandelingen

Object	Dosering (g)	% Van dosering per medium				
		kasdek	blad	grond	lucht	totaal
<i>Volle kas</i>						
Spuiten	9,1	0,05	103	21		124
Foggen	9,7	0,4	13	0,9	0,2	15
LVM	9,0	1,5	57	9	0,2	68
<i>Lege kas</i>						
Foggen	10,8	1,7		27	0,7	30
LVM	9,7	11		28	0,5	40

3.9 De metingen in condenswater

Volle kas:

De resultaten van de condenswatermetingen in volle kassen staan vermeld in aanhangsel 5. In totaal wordt bij het conventioneel spuiten 0,021% van de dosering in het condenswater teruggevonden, wat ongeveer de helft is van de hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht kwam. Bij het pulsfoggen vinden we in totaal 0,0087% van de dosering terug in het condenswater, dit is bijna 2% van de hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht kwam. Bij de LVM-toepassing vinden we in totaal 0,10% van de dosering terug in het condenswater, wat overeen komt met ongeveer 7% van de totale hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht kwam.

Lege kas:

De resultaten van de condenswatermetingen in lege kassen staan vermeld in aanhangsel 6. In totaal vinden we bij het pulsfoggen 0,0007% van de dosering in het condenswater terug, wat ongeveer 0,04% is van de hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht kwam. Bij de LVM-toepassing vinden we in totaal 0,0193% van de dosering in het condenswater terug, wat ongeveer 0,19% is van de totale hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht kwam.

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Over de luchtconcentraties kan worden opgemerkt dat het opvallend is dat de curves steeds dezelfde snelle afname laten zien van de ruimteconcentraties, ongeacht de toegepaste techniek. Na circa vier uur zijn de concentraties gedaald tot minder dan tien procent van de gemeten beginconcentratie. Enkele veronderstellingen die op theoretische gronden gemaakt kunnen worden lijken te worden bevestigd. Zo zijn de concentraties na het toepassen van LVM hoger dan die bij de pulsfog, wat samenhangt met de veronderstelde kleinere deeltjesgrootte. De invloed van impactie op het gewas komt naar voren in de hogere concentraties die in de lege kas gemeten zijn ten opzichte van een volle kas. De concentratieniveau's zijn circa acht uur na het toepassen niet erg veel lager dan drie uur na toepassing (inclusief het luchten). Er treedt blijkbaar een stabilisatie op van de concentratieniveau's voor methomyl als een bepaald (laag) niveau bereikt is. Het luchten van de kas enkele uren na toepassing, waarbij het ventilatievoud oploopt tot circa 30 h^{-1} , lijkt weinig invloed te hebben op het concentratieniveau. Een zeer scherpe daling of zelfs volledige afname van de concentraties wordt niet geconstateerd.

Voor een uitspraak over eventuele verschillen tussen de meetpunten en de kassen onderling, werden de getallenreeksen met behulp van meervoudige variantie-analyse onderzocht. Dit leidde tot de volgende conclusies:

- er is geen significant verschil in de gemeten concentraties tussen de meetpunten in een kas per meetmethode;
- de concentraties bij toepassen van de LVM zijn hoger dan die bij de pulsfog, zowel in een kas met tomatengewas als in een lege kas;
- de concentraties bij toepassing van LVM en pulsfog zijn hoger in een lege kas dan in een kas met tomatengewas;

De geconstateerde snelle afname van de concentraties binnen de eerste vier uur wordt niet verwacht, omdat de pulsfog en de LVM zijn ontworpen om door middel van het genereren van kleine aerosoldeeltjes de verblijftijd van het toegepaste bestrijdingsmiddel in de kasruimte langer te maken. Daardoor zal na homogeniseren van de concentratie de verdeling op het gewas na impactie meer gelijkmatig zijn. De betere concentratieverdeling in de kas wordt onder meer verkregen door de specificaties van de apparatuur zo goed mogelijk aan een bestaande kasruimte aan te passen. Bij de LVM worden worplengte, ventilatorcapaciteit en ondersteunende ventilatorcapaciteit zo gunstig mogelijk gekozen. De gebruikte apparatuur is voor grotere kassen ontworpen en bovendien is er een minder gunstige verhouding tussen inhoud en glasoppervlak.

Bij behandelingen met de LVM-toepassing en het pulsfoggen van een tomatengewas in de kassen, blijkt de depositie tegen het kasdek respectievelijk 1,5% en 0,4% van de doseringen te bedragen (tabel 6). Deze deposities op het kasdek zijn aanmerkelijk hoger dan die bij de spuitmethode (0,05% van de dosering). De depositie van methomyl op het kasdek in lege kassen geeft ruwweg eenzelfde beeld te zien (tabel 6). De depositie op het kasdek is ook hier bij de LVM-toepassing hoger (11% van de dosering) dan bij het pulsfoggen (1,7% van de dosering).

De potentiële emissie van methomyl naar het milieu via het condenswater is bij de LVM-

toepassing en bij het pulsfoggen groter dan bij het conventioneel spuiten. Deze potentiële emissie is bij de behandeling van een tomatengewas alsook van een lege kas voor de LVM-toepassing groter dan bij het pulsfoggen. In het condenswater van een kas na een LVM-toepassing mag naar verwachting de grootste hoeveelheid methomyl teruggevonden worden.

Bij behandeling van volle kassen geeft de LVM-toepassing de grootste hoeveelheden methomyl in het condenswater te zien, namelijk 0,10% van de dosering. De hoeveelheden methomyl in het condenswater na het pulsfoggen en het conventioneel spuiten bedroeg respectievelijk 0,0087% en 0,021% van de dosering. Bij het experiment in lege kassen wordt voor de LVM-toepassing en voor het pulsfoggen respectievelijk 0,0193% en 0,0007% van de dosering teruggevonden. Na de LVM-toepassing van zowel volle als lege kassen wordt dus veruit de grootste hoeveelheid methomyl in het condenswater teruggevonden.

In tegenstelling tot de verwachtingen wordt na het pulsfoggen een geringere hoeveelheid in het condenswater teruggevonden dan na het conventioneel spuiten. Een plausibele verklaring hiervoor is moeilijk te geven. Opvallend is het dat in alle gevallen slechts een fractie van de hoeveelheid methomyl die op het kasdek terecht komt ook in het condenswater terug te vinden is. Mogelijk wordt dit hiaat veroorzaakt door het feit dat de kasconstructie dusdanig is, dat er wellicht slechts een gedeelte van het methomyl dat op het kasdek terecht komt ook daadwerkelijk tot afstroming komt in de condensgoot. Tevens zou een mogelijke verdamping van methomyl vanaf het kasdek een rol kunnen spelen.

De depositie van methomyl op het gewas bij verschillende behandelingen van een tomatengewas (volle kas) bedroeg voor het spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 103%, 13% en 57% van de doseringen (aanhangel 3). Bij de conventionele spuitmethode wordt veruit de grootste hoeveelheid op het gewas teruggevonden, zodat hiervan het beste bestrijdingsresultaat verwacht mag worden.

Bij het pulsfoggen komt er weinig (13%) methomyl op het gewas terecht, waardoor getwijfeld mag worden aan de effectiviteit van de methode in de beschouwde situatie.

De depositie van methomyl op de grond bij verschillende behandelingen van een tomatengewas (volle kas) bedroeg voor het spuiten, het pulsfoggen en de LVM-toepassing respectievelijk 21%, 0,9% en 9% van de verschillende doseringen. Hier blijkt bij de spuitmethode veruit de grootste fractie op de grond te komen. Bij de spuitmethode zou de bodem potentieel het meest verontreinigd kunnen raken. De depositie van methomyl op de grond bij het pulsfoggen en bij de LVM-toepassing in lege kassen bedroeg voor beide methoden ongeveer 27 à 28% van de doseringen (aanhangel 4). Het conventioneel spuiten lijkt de hoogste emissie van bestrijdingsmiddelen naar het grondwater op te leveren.

Opvallend is de bijzonder lage depositie van methomyl op de grond bij het pulsfoggen ten opzichte van de depositie op de grond bij de LVM-toepassing bij de behandeling van een tomatengewas. Verwacht werd dat deze deposities niet sterk zouden verschillen. Bij de behandeling van lege kassen liggen de deposities veel lager dan verwacht werd,

omdat hier geen impactie van het gewas op kan treden. Indien overigens meetobject 4 bij het pulsfoggen wordt verworpen (zie aanhangsel 4), omdat het een uitbijter in de meetserie is, dan bedraagt de depositie op de grond ongeveer 12%. De depositie op de grond voor het pulsfoggen zou in dat geval ook lager zijn dan bij de LVM-toepassing, zoals dat in de volle kassen ook het geval is.

In totaal wordt bij de conventionele bespuiting 124% van de dosering teruggevonden. In een kas met een tomatengewas bedroeg de totale balans voor het pulsfoggen en voor de LVM-toepassing respectievelijk 15% en 68% van de doseringen, terwijl dit voor dezelfde behandelingsmethoden in een lege kas respectievelijk 30% en 40% van de doseringen bedroeg.

Over de resultaten van de totale balans bij het conventioneel spuiten van een tomatengewas (tabel 6) kan gesteld worden dat deze totale depositie overschat wordt (124%). Deze overschatting kan enerzijds een gevolg zijn van een fout in de bepaling van de "Leaf Area Index" (V.C. = 49%), die bij depositieonderzoek op gewassen relatief moeilijk is te kwantificeren, daar men dan alle planten zou moeten leeg plukken en vervolgens van alle bladeren het oppervlak zou moeten bepalen. Anderzijds is de hoeveelheid spuitvloeistof welke verspoten werd, door de uitvoerder hiervan geschat op 50 liter. Naast genoemde fouten kan ook de bemonsteringsvariatie een relatief groot effect hebben. Overige fouten, zoals analysefouten zijn veelal kleiner.

De totale balans ten aanzien van het pulsfoggen en de LVM-toepassing blijkt zowel bij de betreffende behandeling in een kas met een tomatengewas als in een lege kas zeer slecht te zijn (tabel 6). Mogelijke oorzaak van deze matige balans resultaten is een mogelijk grote depositie op de achterwand van de kassen ten gevolge van een te grote worplengte van zowel de pulsfog als de LVM apparatuur bij gebruik in dergelijke kleine kascompartimenten.

De depositie op het kasdek voor het pulsfoggen blijkt bij de nu uitgevoerde behandeling hoger te zijn (0,4%) dan bij de eerder uitgevoerde experimenten in een komkommergewas (0,13%). De LVM-toepassing werd voor het eerst in het kader van het depositie onderzoek uitgevoerd, zodat hier geen vergelijkingen met eerdere experimenten mogelijk is. De depositie op het kasdek bij een conventionele bespuiting van een tomatengewas (0,05%), komt goed overeen met metingen in een eerder uitgevoerd experiment in een komkommergewas, waarbij deze depositie 0,041% van de dosering bedroeg (Crum e.a. 1988).

5 AANBEVELINGEN

Alvorens nieuw onderzoek op te starten naar depositie balansen bij behandelingen van gewassen in de kas, lijkt het zinvol om allereerst onderzoek te verrichten naar de stabiliteit van de modelstof tijdens de behandeling met een pulsfoog-apparaat. De indruk, uit dit onderzoek verkregen, is dat methomyl tijdens de toepassing in het apparaat (hete straalpijp) thermolabiel zou kunnen zijn, daar de massabalans voor de behandeling met het pulsfoogapparaat erg slecht is.

Indien methomyl niet thermolabiel is, dan is het zeer zinvol om de experimenten te herhalen in kassen op praktijkschaal (grondoppervlak > 2000 m²).

Bij de herhaling van de experimenten lijkt het voor een goede vergelijking tussen de verschillende behandelingsmethoden noodzakelijk, om ook het conventioneel spuiten in een lege kas uit te voeren. Gezien echter de gemeten hoge concentraties in de lucht bij de LVM-toepassing en de opkomst van deze apparatuur dient er naar deze toepassingsmethode veel aandacht uit te gaan. Bij volgende experimenten is vooral de kennis van de juiste specificaties van het apparaat, in het bijzonder de initiële deeltjesgrootte-verdeling van belang. Bij volgende proeven is het noodzakelijk om meer metingen aan het einde van de curven, dus na een tijdsverloop van circa tien uur, te verrichten. Dit zou een beter beeld geven van de afname en het eventueel verdwijnen van het bestrijdingsmiddel. Tevens dient hier de aandacht uit te gaan naar hoe en waarom de luchtconcentraties na luchten niet sterker dalen dan werd verwacht in de in dit verslag besproken experimenten. Hierbij lijkt het zinvol om bij dit onderzoek een vluchtige en een niet-vluchtige stof te betrekken.

Bij het depositieonderzoek zal om een goede vergelijking mogelijk te maken eveneens de conventionele spuitmethode meegenomen moeten worden bij de behandeling van een lege kas. Daarnaast is het zinnig om bij het depositieonderzoek vooral de "Leaf Area Index" beter te kwantificeren, door meerdere planten voor dit doel te bemonsteren. Tenslotte zal door het plaatsen van meer depositiefolies dan in dit experiment de kwaliteit van de depositiebepaling en van de massabalans sterk verbeterd kunnen worden. Tevens moeten er ook depositiefolies op de zijwanden en achterwand aangebracht worden. Om de depositie resultaten tegen het kasdek beter te kunnen vergelijken met de condenswater-gehalten, dient meer aandacht te worden geschonken aan de constructie van de kas. Zo zal bijvoorbeeld ook het water in de regengoot verzameld en geanalyseerd moeten worden.

Inmiddels voert het MBL in opdracht van het STIGAS en het DGA onderzoek uit naar de verdwijning van bestrijdingsmiddelen uit het luchtcompartiment van kassen, na toepassing met LVM van een vluchtig en een niet-vluchtig bestrijdingsmiddel.

Nadat uit vervolgentoelatingen een beter inzicht is verkregen in de potentiële verontreiniging van het milieu via uitstoot en condenswater, zou met behulp van gegevens omtrent het totaalgebruik van bestrijdingsmiddelen per sector (Berends 1987) de totale belasting voor het milieu berekend kunnen worden.

LITERATUUR

BERENDS, A.G., 1988. *Bestrijdingsmiddelen en oppervlaktewater-kwaliteit. Een inventarisatie van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw en tuinbouw.* Rapport DBW/RIZA

CRUM, S.J.H., H. DE HEER, M. VAN DER STAAY en L. BRAVENBOER, 1988. *Depositietingen tegen het glasdek bij gebruik van drie verschillende toedieningsmethoden (spuiten, foggen, stuiven) in een komkommengewas.* Intern IOB-verslag.

AANHANGSEL 1

Bepaling van de "Leaf Area Index" en de "Glass Area Index". Het totaal aantal planten per kas bedroeg 352, terwijl de totale kasoppervlakte 200 m² bedroeg

<i>L.A.I.</i>	<i>Bladoppervlakte van 1 plant per zone (m²)</i>	<i>Bladoppervlakte totaalperzone (m²)</i>	<i>L.A.I.</i>
<i>Object</i>			
hoog	0,481	169	0,85
midden	0,690	243	1,22
laag	0,334	118	0,59
totaal	1,505	530	2,66

<i>G.A.I.</i>	<i>Oppervlakte kasdek (m²)</i>	<i>Oppervlakte kas (m²)</i>	<i>G.A.I.</i>
	223,3	200	1,12

AANHANGSEL 2

Depositie van methomyl op het kasdek. De Glass Area Index bedroeg 1,12

Object	Depositie in % van dosering				V.C.	Totale (%)	depositie (%)
	1	2	3	4	gemid.		
<i>volle kas</i>							
spuiten	0,046	0,030	0,034	0,059	0,042	32	0,05
foggen	0,23	0,31	0,12	0,75	0,35	78	0,4
LVM	0,75	1,89	0,83	2,03	1,38	49	1,5
<i>lege kas</i>							
foggen	1,30	2,30	1,13	1,21	1,49	37	1,7
LVM	6,44	18,02	8,25	6,32	9,76	57	11

AANHANGSEL 3

Depositie van methomyl op het gewas

Object	Depositie in % van dosering				L.A.I.	Tot. gem. depositie (%)	V.C. (%)
	1	2	3	gemid.			
<i>Sputen</i>							
hoog	27,5	30,1	13,9	23,9	0,85	20	36
midden	53,9	51,9	29,7	45,2	1,22	55	30
laag	28,1	57,5	54,7	46,8	0,59	28	35
totaal						103	
<i>Foggen</i>							
hoog	2,12	4,51	3,74	3,46	0,85	3	35
midden	1,82	4,72	8,53	5,02	1,22	6	67
laag	3,58	6,68	11,4	7,22	0,59	4	55
totaal						13	
<i>LVM</i>							
hoog	14,1	24,3	8,6	15,7	0,85	13	51
midden	27,0	34,4	12,4	24,6	1,22	30	46
laag	26,8	27,5	16,1	23,5	0,59	14	27
totaal						57	

V.C. = variatie coëfficiënt van de herhalingen 1 t/m 3

AANHANGSEL 4

Depositie van methomyl op de grond

Object	Depositie op de grond als % van de doseringen						Gemiddeld	V.C. (%)
	Pad			Rij				
	1	2	3	1	2	3		
<i>Volle kas</i>								
Spuiten	28,72	21,46	29,70	20,03	11,79	15,83	21	33
Foggen	1,30	0,94	2,58	0,17	0,06	0,16	0,9	112
LVM	11,83	9,72	15,09	7,08	1,79	6,09	9	54
<i>Lege kas</i>								
Foggen	25,10	7,77	14,84	102,46	4,68	6,72	27	140
Foggen*	25,10	7,77	14,84		4,68	6,72	12	71
LVM	29,47	29,48	34,92	20,51	30,34	26,25	28	17

Foggen zie hoofdstuk 4*

AANHANGSEL 5

Methomyl in condenswater (volle kassen)

code SC	Code PTG	Totaal water (ml)	conc. in water (µg/ml)	methomyl totaal (µg)	dosering (g)	% van dosering
SPUITEN						
M 142	211-6-1905	360	3,15	1134	9,11	0,0124
M 139	211-6-2005	24	4,72	113	9,11	0,0012
	211-6-0206	44	0,35	15	9,11	0,0002
	211-6-0306	400	0,19	76	9,11	0,0008
	211-6-0506	3600	0,07	252	9,11	0,0028
	211-6-0606	1600	0,07	112	9,11	0,0012
	211-6-0706	1050	0,06	63	9,11	0,0007
	211-6-0806	3000	0,06	180	9,11	0,0020
						0,0214
FOGGEN						
M 137	211-2-1905	133	2,41	321	9,71	0,0033
	211-2-0506	3600	0,08	288	9,71	0,0030
	211-2-0606	933	0,07	65	9,71	0,0007
	211-2-0706	933	0,03	28	9,71	0,0003
	211-2-0806	2800	0,05	140	9,71	0,0014
						0,0087
LVM						
M 138	211-4-1905	1600	4,60	7360	8,98	0,0820
M 139	211-4-2005	38	4,72	179	8,98	0,0020
M 143	211-4-2705	1050	0,33	347	8,98	0,0039
M 144	211-4-2805	1100	0,15	165	8,98	0,0018
M 145	211-4-2905	400	0,15	60	8,98	0,0007
M 146	211-4-3005	150	0,18	27	8,98	0,0003
M 147	211-4-3105	1600	0,08	128	8,98	0,0014
	211-4-0106	1000	0,06	60	8,98	0,0007
	211-4-0206	1250	0,07	88	8,98	0,0010
	211-4-0306	1500	0,03	45	8,98	0,0005
	211-4-0506	3600	0,09	324	8,98	0,0036
	211-4-0606	2500	0,05	125	8,98	0,0014
	211-4-0706	2100	0,04	84	8,98	0,0009
	211-4-0806	2800	0,04	112	8,98	0,0012
						0,1014
ONBEHANDELD						
M 140	211-8-1905	40	< 0,01	< 1		
M 136	211-8-2405	400	0,01	4		
	211-8-0306	190	< 0,01	< 2		
	211-8-0506	2700	< 0,01	< 27		
	211-8-0606	2200	< 0,01	< 22		
	211-8-0706	2300	< 0,01	< 23		
	211-8-0806	2900	< 0,01	< 29		

AANHANGSEL 6

Methomyl in condenswater (lege kassen)

Code SC	Code PTG	Totaal water (ml)	Conc. in water (µg/ml)	Totaal methomyl (µg)	Dosering (g)	% van dosering
FOGGEN						
	211-2-2906	227	0,21	48	10,78	0,0004
	211-2-3006	128	0,12	15	10,78	0,0001
	211-2-0107	152	0,09	14	10,78	0,0001
	211-2-0208	208	< 0,01	< 2	10,78	< 0,0001
						0,0007
LVM						
M 225	211-4-2906	900	0,48	432	9,73	0,0044
M 215	211-4-3006	400	0,46	184	9,73	0,0019
M 219	211-4-0107	1300	0,82	1066	9,73	0,0110
M 222	211-4-0307	56	0,06	3	9,73	0,0000
	211-4-1007	900	0,11	99	9,73	0,0010
	211-4-0208	1300	0,07	91	9,73	0,0009
						0,0193
ONBEHANDELD						
M 223	211-8-2906	3000	< 0,01	< 30		
M 218	211-8-3006	2800	< 0,01	< 28		
M 221	211-8-0107	1300	< 0,01	< 13		
M 220	211-8-0307	52	0,01	1		
	211-8-0208	52	0,04	2		